

УДК 353.2

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ СХЕМА И ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ
ОЦЕНКА УТИЛИЗАЦИИ ФОСФОРНЫХ ШЛАКОВ**

Доктор техн.наук

В.К. Бишимбаев

Канд.техн.наук

М.Т. Жугинисов

Доктор техн.наук

А.С.Ахметов

Предлагается использовать в качестве основного сырьевого компонента фосфорные шлаки при получении облицовочных стекло-стеклокристаллических материалов в производстве керамического кирпича и керамической дренажной трубы.

Разработанные технологии позволяют перерабатывать 50-100 тыс.тонн фосфорных шлаков, приводится расчет эколого-экономической эффективности.

Увеличение масштабов добычи и переработки природного минерального сырья связано с образованием больших количеств различных промышленных отходов, накопление которых приводит к ухудшению экологической обстановки в регионах. Создание на юге Казахстана (г.г. Шымкент, Тараз) крупного комплекса химической промышленности на базе фосфоритов Каратауского месторождения привело к образованию фосфорных шлаков, фосфогипса, пиритных огарков и котельного шлама.

Наиболее крупнотоннажными являются фосфорные шлаки, выход которых на тонну готовой продукции составляет 10-14 т/т.

Потенциальная экологическая опасность отходов определяется их химико-минералогическим составом и физико-механическими свойствами. Вредное воздействие фосфорных шлаков на окружающую среду заключается в содержании в их составе соединений фтора и фосфора в виде газов и минералов, обладающих способностью к растворимости.

Под действием перепада температур и атмосферного давления, влаги и ветра фосфорные шлаки подвержены постепенному разрушению с образованием пыли и выделением токсичных газов в виде HF (фтористый водород) и PH_3 (фосфин). Склонность фторидов и фосфатов кальция, содержащихся в фосфорном шлаке, к растворению под действием дождевых и талых вод способствует заражению водоемов. Данные обстоятельства дают основание считать, что фосфорные шлаки являются дополнительными источниками загрязнения окружающей среды и

усугубляют без того тяжелую экологическую обстановку южных регионов республики, в частности, Жамбылской области.

В подземных водах г. Тараза содержание F⁻ составляет 8,2 мг/л /2/, то есть в 8 раз превышает ПДК. Уже при содержании в воде более 1-2 мг/л у людей и домашних животных развивается флюороз зубов и костей. Пыль, содержащая соединения фтора и фосфора, вызывает заболевания глаз, дыхательных путей, способствует развитию сердечно-сосудистой недостаточности, поражению почек, печени и желудка /3/.

На основании вышесказанного возникает актуальная проблема по созданию технического решения, способствующего обезвреживанию фосфорного шлака путем переработки в полезную продукцию и созданию замкнутого производственного цикла, соответствующего концепции безотходной технологии, направленной на охрану окружающей среды.

В связи с этим перед учеными-материаловедами стоит актуальная задача по созданию и внедрению комплексных мероприятий по экономии природных ресурсов, поиску путей эффективной комплексной переработки сырья и промышленных отходов, применению малоотходных и безотходных технологий. Одним из эффективных, высокопроизводительных и материалоемких способов утилизации промышленных отходов является получение на их основе высококачественных отделочных и конструктивных строительных материалов.

В таблице приведены химические составы фосфорных шлаков, некоторых зол ГРЭС и ТЭЦ по данным /4/, а также фосфогипса, пиритных огарков по данным заводских лабораторий.

Согласно таблице, химические составы этих отходов характеризуются значительным содержанием таких оксидов как SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, CaO, MgO, Na₂O и др., что позволяет привлечь их в сферу производства стекол, стеклокристаллических и керамических материалов строительного назначения.

Обезвреживание фосфорных шлаков основано на гипотезе о встраивании ионов фтора и фосфора в кремнекислородный каркас стеклофазы синтезируемых материалов, где они приобретают прочные "мостиковые" связи, и тем самым достигается эффект их нейтрализации.

В Таразском государственном университете проведены комплексные исследования по рациональному использованию фосфорных шлаков, золы ГРЭС, пиритных огарков, барханного песка и глинистого сырья в производстве облицовочных стекол, шлакозолоситаллов, керамических материалов и разработаны безотходные технологии их получения.

Принципы рационального использования сырьевых ресурсов и сохранения экологического равновесия легли в основу технологической схемы (рисунок).

Добыча фосфоритов и каменного угля связана с образованием вскрышных пород, представляющих собой глинистые сланцы, пески, суглинки, доломиты и др. Одним из предлагаемых путей использования

вскрышных пород является вовлечение их в производство разработанных технологий получения облицовочного стекла и стеклокристаллических материалов в сочетании с фосфорными шлаками, золами и пиритными огарками, а также для получения керамических дренажных труб и кирпича. С целью сохранения экологического равновесия наиболее рационально использовать вскрышные породы для рекультивации отработанных карьеров.

Исходя из минералогического состава фосфорных шлаков и золы, в синтезируемых материалах в качестве ведущих фаз могут формироваться волластонит, муллит, кварц. Эти минералы обеспечивают изделиям высокую прочность, твердость и морозостойкость.

Применение пиритных огарков, содержащих значительное количество оксидов железа, открывает возможность получения пироксеновых шлакоситаллов, обладающих высокой химической устойчивостью и износостойкостью.

Фосфорные шлаки предлагается использовать в качестве основного сырьевого компонента при получении облицовочных стекло- и стеклокристаллических материалов, в производстве керамического кирпича и керамической дренажной трубы. Полученные шлакоситаллы, керамический кирпич и керамическая дренажная труба имеют высокие физико-механические свойства и полностью отвечают требованиям ГОСТ 1924-82, ГОСТ 530-80 и ГОСТ 8411-74 соответственно.

Рациональное сочетание в шихтах стекол и стеклокристаллических материалов фосфорного шлака с золой, кварцевым и барханным песками, пиритными огарками позволяет получать шлакозолоситаллы с различным фазовым составом и, соответственно, свойствами, что в конечном итоге расширяет область их применения.

Совместное использование фосфорных шлаков, зол и пиритных огарков для синтеза облицовочных стекол и шлакоситаллов будет способствовать экономии природного песка, известняка, дорогостоящих оксидов железа и хрома, каустической соды и др.

Использование таких компонентов фосфорного шлака как CaO , MgO , F_2 , P_2O_5 и Fe_2O_3 , содержащегося в пиритных огарках, позволило получить облицовочные стекла и шлакоситаллы с низкой температурой варки, которая составляет 1350-1400°C.

Рациональное совместное использование фосфорного шлака и барханного песка с местным глинистым сырьем способствует расширению сырьевой базы производства керамических материалов и развитию строительной индустрии в рассматриваемом регионе. Получены керамический кирпич с прочностью на сжатие 10-30 МПа и керамическая дренажная труба с прочностью на изгиб 300-450 кгс, остро необходимые строительным организациям и фирмам республики.

Разработанные технологии позволяют перерабатывать 50-100 тыс. тонн фосфорных шлаков в год в зависимости от мощности проектируемых производственных цехов. Для оценки эколого-экономической

эффективности утилизации фосфорных шлаков была использована типовая методика /5/, где учитываются концентрация и показатель относительной агрессивности вредных и токсичных веществ.

В качестве примера приводится расчет эколого-экономической эффективности при утилизации фосфорных шлаков в объеме 50 тыс. тонн в год.

1. Количество фтора и пятиоксида фосфора в составе шлака:

$$а) m_F = 50\ 000 \times 0,015 = 750 \text{ т};$$

$$б) m_P = 50\ 000 \times 0,01 = 500 \text{ т}.$$

2. Показатель относительной агрессивности компонентов фосфорного шлака. ПДК_в компонентов (мг/л): F⁻ – 1,5; P₂O₅ – 2,5 /6/

$$а) \text{ фтор: } A_F = 1/1,5 = 0,67;$$

$$б) P_2O_5: A_P = 1/2,5 = 0,4.$$

3. Приведенная масса F⁻ и P₂O₅, загрязняющих окружающую среду:

$$а) M_F = A_F \cdot m_F = 0,67 \cdot 750 = 502,5 \text{ усл. т};$$

$$б) M_P = A_P \cdot m_P = 0,4 \cdot 500 = 200,0 \text{ усл. т};$$

$$M = 502,5 + 200,0 = 702,5 \text{ усл. т}.$$

4. Величина ущерба от загрязнения фосфорными шлаками:

$$У_{\text{ф.ш.}} = 34\ 000 \cdot 0,37 \cdot 702,5 = 8\ 837\ 450 \text{ тенге},$$

где 34 000 тенге – ущерб от 1 усл. т загрязняющих веществ;

0,37 – относительная опасность заражения водоема /5/.

5. Расчет платежей за нормативное размещение твердых видов отходов для предприятия проводится по формуле /7/:

$$П_j = P_i \cdot M_{ij}^n \cdot Z_g \cdot A_i,$$

где P_i – норматив платы за хранение 1 т твердого отхода (по г. Тараз для отходов 4 класса токсичности составляет 26,0 тенге);

M_{ij}ⁿ – объем утилизации фосфорного шлака в год, т;

Z_g – коэффициент кратности, учитывающий соответствие объекта размещения отходов экологическим требованиям (Z_g = 1,0);

A_i – категория относительной опасности фосфорного шлака в зависимости от токсичности (для гранулированного фосфорного шлака, который относится к 4 классу токсичности, A = 2).

$$П_{\text{ф.ш.}} = 26 \cdot 50\ 000 \cdot 1,0 \cdot 2 = 2\ 600\ 000 \text{ тенге}.$$

Эколого-экономический эффект при утилизации фосфорных шлаков составит:

$$Э_{\text{э.э.}} = 8\ 837\ 450 + 2\ 600\ 000 = 11\ 437\ 450 \text{ тенге}.$$

Таким образом, разработанная технологическая схема включает в комплексную переработку: фосфорные шлаки, золу, пиритные огарки, барханные пески и местные глины, вскрышные породы и способствует решению актуальной народнохозяйственной задачи по обеспечению эффективными строительными материалами и улучшению экологической обстановки региона.

Эколого-экономическая эффективность утилизации золы и пиритных огарков согласно приведенной технологической схеме рассчитывалась аналогично вышеприведенной методике.

Годовой эколого-экономический эффект от рациональной переработки фосфорных шлаков в комплексе с золой и пиритными огарками составит 16 618,854 тыс. тенге.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Самоед Б.С., Розовский Л.Д., Тиссен Г.И. Строительные материалы из шлаков фосфорного производства // Химические и металлургические шлаки. – Челябинск, 1968. – С. 5-11.
2. Уточнение приоритетных экологических проблем Жамбылской области и выявление мероприятий для их решения на местном (МПДООС) и национальном (НПДООС) уровнях / Жамбылское областное управление экологии и природных ресурсов. Рабочие материалы семинара. Тараз. 29-30 октября 1997 г.
3. Вредные вещества в промышленности. Неорганические и элементоорганические соединения. Справочник для химиков, инженеров и врачей / Под ред. засл. деят. науки проф. Лазарева Н.В. – Л.: Химия, 1987. С. 36-37.
4. Сулейменов С.Т. Физико-химические процессы структурообразования в строительных материалах из минеральных отходов промышленности. – М.: Манускрипт, 1996. – 298 с.
5. Временно-типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценка экологического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды. – М.: Экономика, 1986. – 96 с.
6. Беспамятов Г.П., Кротов Ю.А. Предельно-допустимые концентрации химических веществ в окружающую среду. // Справочник. – Л.: Химия, 1985. – 528 с.
7. Методика определения платежей за размещение отходов в окружающей природной среде. – Алматы, 1994. – 24 с.

Таразский Государственный университет им. М.Х. Дулати

ФОСФОР ҚАЛДЫҚТАРЫН ПАЙДАЛАНУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ ЖӘНЕ ЭКОЛОГИЯ-ЭКОНОМИКАЛЫҚ БАҒАЛАУ

Техн.ғыл.докторы У.Қ.Бишімбаев
Техн.ғыл.канд. М.Т.Жүгінісов
Техн.ғыл.докторы А.С.Ахметов

Қышты кірпіштерін және қышты дренажды құбырларды өрлейтін шыны-шыныкристалды заттарды алу үшін негізгі шикізат ретінде фосфорлы күйінділерін (шлак) пайдалану ұсынылған. Ұсынылған технологиясымен 50-100 мың тонна фосфорлы күйінділерін (шлак) өңдеуді экологиялық-экономикалық көрсеткіштері есептелінген.